

**PCT**WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM  
Internationales BüroINTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE  
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation <sup>6</sup> : <b>H04Q 7/36</b>	<b>A1</b>	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: <b>WO 99/63777</b>  (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 9. Dezember 1999 (09.12.99)
<p>(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE99/01491</p> <p>(22) Internationales Anmeldedatum: 18. Mai 1999 (18.05.99)</p> <p>(30) Prioritätsdaten: 198 24 140.2 29. Mai 1998 (29.05.98) DE</p> <p>(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, D-80333 München (DE).</p> <p>(72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): BALL, Carsten [DE/DE]; An der Tongruben 23, D-76764 Rheinzabern (DE). DEINZER, Arnulf [DE/DE]; Forstenrieder Allee 128, D-81476 München (DE).</p> <p>(74) Gemeinsamer Vertreter: SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT; Postfach 22 16 34, D-80506 München (DE).</p>	<p>(81) Bestimmungsstaaten: BR, CN, RU, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).</p> <p><b>Veröffentlicht</b> <i>Mit internationalem Recherchenbericht. Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist; Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.</i></p>	
<p>(54) Title: METHOD FOR ALLOCATING AT LEAST ONE VALUE OF AT LEAST ONE TRANSMISSION PARAMETER TO CELLS OF A COMMUNICATION SYSTEM CONTAINING M CELLS</p>		
<p>(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR ZUORDNUNG ZUMINDEST EINES WERTES ZUMINDEST EINES ÜBERTRAGUNGSPARAMETERS ZU ZELLEN EINER M ZELLEN AUFWEISENDEN KOMMUNIKATIONSANORDNUNG</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: flex-start; margin-top: 20px;"> <div style="width: 45%;"> <math display="block">E = k_1 * f_1 + k_2 * f_2 + k_3 * f_3</math> </div> <div style="width: 45%;"> <p>WITH mit:</p> <math display="block">k_1 = 1000</math> <math display="block">k_2 = 2000</math> <math display="block">k_3 = 1000</math> </div> </div> <div style="margin-top: 10px;"> <p>f1: Anzahl verwendeter CDMA-Codes</p> <p>f2: Anzahl gleicher CDMA-Codes in benachbarten Zellen</p> <p>f3: Summe über die Kreuzkorrelationen der CDMA-Codes benachbarter Zellen</p> <p>f1: NO. OF CDMA CODES</p> <p>f2: NUMBER OF IDENTICAL CDMA CODES IN NEIGHBOURING CELLS</p> <p>f3: SUM OF CROSSCORRELATIONS OF CDMA CODES OF NEIGHBOURING CELLS</p> </div>		
<p>(57) Abstract</p> <p>According to the invention, at least one value (c1...7) of at least one transmission parameter is randomly allocated to each m cell (Z1...4) in a communication system (KA). The number of different values (c1...7) allocated at a given moment and the allocation thereof to the respective cells (Z1...4) vary until the mutual influence of all neighbouring cells (Z1...4) with respect to transmission technology corresponds to a minimum overall interference value. The invention allows time-optimized, low-cost, error-free planning for wireless communication networks in particular for a minimum amount of investment.</p>		

### (57) Zusammenfassung

Jeder der m Zellen (Z1...4) einer Kommunikationsanordnung (KA) wird zufällig zumindest ein Wert (cl...7) zumindest eines Übertragungsparameters (C) zugeordnet. Die Anzahl der aktuell zugeordneten, unterschiedlichen Werte (cl...7) und deren Zuordnung zu den jeweiligen Zellen (Z1...4) wird solange variiert, bis die gegenseitige übertragungstechnische Beeinflussung aller benachbarten Zellen (Z1...4) einen minimalen Gesamtstörwert aufweist. Vorteilhaft wird mit minimalem Aufwand eine zeitoptimierte, kostengünstige und fehlerfreie Planung von insbesondere drahtlosen Kommunikationsnetzen ermöglicht.

### LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidshan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauretanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LR	Liberia	SG	Singapur		
EE	Estland						

## Beschreibung

Verfahren zur Zuordnung zumindest eines Wertes zumindest eines Übertragungsparameters zu Zellen einer m Zellen aufweisenden Kommunikationsanordnung.

Bei drahtlosen, auf Funkkanälen basierenden Kommunikationsnetzen, insbesondere bei Punkt-zu-Multipunkt Funk-Zubringer-  
netzen - auch als "radio in the local loop" bzw. "RLL" bezeichnet - sind mehrere Netzabschlußeinheiten jeweils über  
einen oder mehrere Funkkanäle an eine Basisstation - auch als  
"radio base station" bzw. "RBS" bezeichnet - angeschlossen.  
Im telcom Report Nr. 18 (1995), Heft 1 "Drahtlos zum Freizeichen", Seite 36, 37 ist beispielsweise ein drahtloses Zubringer-  
netz für die drahtlose Sprach- und Datenkommunikation beschrieben. Das beschriebene Kommunikationssystem stellt einen  
RLL-Teilnehmeranschluß in Kombination mit moderner Breitband-  
Infrastruktur - z.B. "fiber to the curb" - dar, welches in  
kurzer Zeit und ohne großen Aufwand anstelle der Verlegung  
von drahtgebundenen Anschlußleitungen realisierbar ist. Die  
den einzelnen Teilnehmern zugeordneten Netzabschlußeinheiten  
RNT - Radio Network Termination - sind über das Übertragungs-  
medium "Funkkanal" und die Basisstation RBS an ein übergeordnetes Kommunikationsnetz, beispielsweise an das ISDN-  
orientierte Festnetz, angeschlossen.

Durch die zunehmende Verbreitung von Multimedia-Anwendungen müssen hochbitratige Datenströme schnell und sicher über Kommunikationsnetze, insbesondere über drahtlose Kommunikationsnetze bzw. über Mobilfunksysteme übertragen werden. Dafür sind insbesondere seitens der Luftschnittstelle technisch und wirtschaftlich nur aufwendig zu realisierende Verfahren für die Steuerung von Zugriffen auf das Übertragungsmedium, sowie aufwendige Verfahren für Multiplexen, Codierung und Modulation der Signale erforderlich. Beispielsweise werden für die Realisierung der zukünftigen dritten Generation der Mobilkommunikation die aktuell noch getrennten Systeme des zel-

lularen Mobilfunks und der Schnurlostelefone sowie des Funkrufs zur Sprach- und/oder Datenübertragung in einem universellen Mobilkommunikationssystem - auch als UMTS

(Universal Mobile Telecommunication System) bezeichnet - zusammengefaßt, wodurch ein erweitertes Dienstespektrum und

5 einheitliche Endgeräte ermöglicht werden. Dazu wird ähnlich dem zellularen Mobilfunk ein flächendeckend zu versorgendes Gebiet - beispielsweise Europa - in sich teilweise überlap-

pende Funkzellen unterschiedlicher Größe aufgeteilt - z.B. in

10 Makro-, Micro- und Pico-Zellen -, um mit dem zur Verfügung stehenden Frequenzspektrum den je nach Teilgebiet - z.B. Innen-

stadt oder ländliche Region - stark unterschiedlichen Bedarf an vermittlungstechnischen und übertragungstechnischen

Ressourcen abzudecken. Jeder Funkzelle wird eine Basisstation

15 zugeordnet, welche über das drahtlose Übertragungsmedium "Funkkanal" mit mehreren dezentralen Kommunikationseinrich-

tungen wie Mobilstationen oder drahtlosen Netzabschlußeinheiten verbunden ist. Um eine bidirektionale Informationsüber-

mittlung zwischen einer in einer Funkzelle einer drahtlosen

20 Kommunikationsanordnung angeordneten dezentralen Kommunikationseinrichtung und der Basisstation zu ermöglichen, wird

jeweils eine Duplex-Verbindung zwischen dezentraler Kommunikationseinrichtung und zentraler Basisstation aufgebaut, wo-

bei das FDD-Verfahren - "Frequency Division Duplex" - oder

25 das TDD-Verfahren - "Time Division Duplex" - als aktuelle Duplex-Verfahren zur bidirektionalen Informationsübermittlung

eingesetzt werden. Um den Zugriff der in einer drahtlosen

Kommunikationsanordnung angeordneten zentralen und dezentra-

30 len Kommunikationseinrichtungen auf das gemeinsam genutzte Übertragungsmedium "Funkkanal" zu steuern, werden Vielfach-

Zugriffsverfahren - Multiple Access - wie beispielsweise FDMA

- Frequency Division Multiple Access -, TDMA - Time Division

Multiple Access und CDMA - Code Division Multiple Access -

eingesetzt. Des Weiteren sind auch Kombinationen der genann-

35 ten Vielfach-Zugriffsverfahren - auch als hybride Verfahren bezeichnet - wie beispielsweise das TD/CDMA-Zugriffsverfahren

für den Einsatz in zukünftigen drahtlosen Kommunikationsanordnungen bekannt.

Im Gegensatz zum FDMA- und TDMA-Vielfach-Zugriffsverfahren wird beim CDMA-Vielfach-Zugriffsverfahren der selbe Frequenzbereich von allen in einer Funkzelle bzw. Zelle der drahtlosen Kommunikationsanordnung angeordneten Kommunikationseinrichtungen bzw. Teilnehmern gleichzeitig genutzt. Um die von den einzelnen Kommunikationseinrichtungen ausgesendeten Teilnehmersignale empfängerseitig separierbar zu machen, werden diese spektral gespreizt, d.h. in einem breitbandigen Spektralbereich transformiert. Ein Verfahren zur spektralen Spreizung stellt beispielsweise das in der aktuellen Mobilkommunikation häufig eingesetzte DS-Prinzip "Direct Sequence" dar, bei welchem jedes schmalbandige Teilnehmersignal geringer Bitrate zur spektralen Spreizung mit einer dem Teilnehmer individuell zugeordneten breitbandigen Spreizfunktion, welche auch als CDMA-Code bezeichnet wird, multipliziert wird. Das daraus resultierende breitbandige Signal enthält das schmalbandige Nutzsignal bzw. Teilnehmersignal sowie eine individuelle Feinstruktur, nach welcher das Nutzsignal bzw. Teilnehmersignal von den anderen überlagerten, breitbandigen Sendesignalen empfängerseitig separierbar ist.

Bei der Netzplanung oder Netzerweiterung codeselektiver Funksysteme, d.h. bei der Realisierung drahtloser, zellularer Kommunikationsnetze mit eingesetztem CDMA-Vielfach-Zugriffsverfahren ist jeder eine Funkzelle realisierenden Basisstation bzw. zentralen Kommunikationseinrichtung ein Basisstation-spezifischer, eine Spreizfunktion repräsentierender CDMA-Code zuzuordnen. Ein einer Basisstation zugeordneter CDMA-Code wird auch als CDMA-Basiscode oder CDMA-Codesamen bezeichnet, da aus diesen jeweils diejenigen zellenspezifischen CDMA-Codes abgeleitet werden, welche den in der jeweiligen Funkzelle angeordneten, dezentralen Kommunikationseinrichtungen beim Verbindungsaufbau zur Realisierung von Funkkanälen zugeordnet werden. Die CDMA-Basiscodes als auch die

von den CDMA-Basiscodes abgeleiteten und innerhalb einer Funkzelle für das CDMA-Vielfachzugriffsverfahren eingesetzten CDMA-Codes können sowohl orthogonale als auch nichtorthogonale CDMA-Codes repräsentieren, wobei orthogonale CDMA-Codes unabhängig voneinander sind - d.h. der Wert der Kreuzkorrelation zweier orthogonaler CDMA-Codes weist den Wert 0 auf -; nichtorthogonale CDMA-Codes weisen eine vom Wert 0 leicht abweichende Kreuzkorrelation auf.

- 10 Bei der Realisierung oder der Erweiterung von drahtlosen, zellularen Kommunikationsnetzen basierend auf einem CDMA-Vielfachzugriffsverfahren müssen die nur im beschränkten Umfang zur Verfügung stehenden CDMA-Basiscodes auf die in den Funkzellen angeordneten Basisstationen verteilt bzw. den einzelnen Funkzellen der drahtlosen Kommunikationseinrichtung zugeordnet werden.

Aus der Europäischen Patentschrift 0 681 776 ist beispielsweise ein Verfahren zur Zuweisung von jeweils Werte eines Übertragungsparameters repräsentierenden Frequenzen zu Basisstationen eines Mobilfunknetzes beschrieben, bei dem von Eingangsinformationen ausgegangen wird, die mindestens die Anzahl der für jeweils eine Basisstation erforderlichen Frequenzen, die im Mobilfunknetz zulässigen Frequenzen und Informationen zu möglichen Störwirkungen zwischen den Basisstationen im Fall zugeordneter, gleicher und/oder benachbarter Frequenzen umfassen. Im Rahmen mehrfach zu durchlaufender Frequenzzuweisungsdurchläufe wird jeweils eine Basisstation aus der Menge derjenigen Basisstationen ausgewählt, der noch nicht alle vorgesehenen Frequenzen zugewiesen worden sind, wobei die Basisstation nach einem ersten Basisstations-Auswahlkriterium und erforderlichenfalls weiterer Basisstation-Auswahlkriterien ausgewählt wird. In Abhängigkeit von der ausgewählten Basisstation wird eine Frequenz nach einem ersten Frequenz-Auswahlkriterium und erforderlichenfalls weiteren Frequenz-Auswahlkriterien ausgewählt und anschließend der ausgewählten Basisstation zugewiesen. Die Frequenz-

zuweisungsdurchläufe werden solange wiederholt, bis allen Basisstationen unter Berücksichtigung aller Nebenbedingungen wie Basisstation- und Frequenz-Auswahlkriterien die erforderliche Anzahl von Frequenzen zugeordnet sind.

5

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die Realisierung bzw. Planung von drahtlosen Kommunikationsnetzen, insbesondere von zellularen, auf einem CDMA-Vielfach-Zugriffsverfahren basierenden Kommunikationsnetzen sowie die Realisierung von  
10 Erweiterungen derartiger Kommunikationsnetze zu verbessern. Die Aufgabe wird durch die Merkmale des Patentanspruchs 1 gelöst.

Der wesentliche Aspekt des erfindungsgemäßen Verfahrens zur  
15 Zuordnung zumindest eines Wertes zumindest eines Übertragungsparameters zu Zellen einer m-Zellen aufweisenden Kommunikationsanordnung, wobei n-unterschiedliche Werte des zumindest eines Übertragungsparameters verfügbar sind, besteht darin, daß benachbarte Zellen erfaßt werden und jeder Zelle  
20 jeweils zufällig zumindest ein Wert des zumindest einen Übertragungsparameters zugeordnet wird. Für jeweils benachbarte Zellen wird jeweils ein die gegenseitige Übertragungstechnische Beeinflussung der aktuell zugeordneten Werte des zumindest eines Übertragungsparameters repräsentierender Störwert  
25 ermittelt und anschließend ein die Summe aller Störwerte repräsentierender Gesamtstörwert ermittelt. Die Anzahl der unterschiedlichen Werte des zumindest einen Übertragungsparameter und deren Zuordnung zu den jeweiligen Zellen wird solange variiert, bis ein minimaler Gesamtstörwert erreicht  
30 ist.

Der wesentliche Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens besteht darin, daß mit minimalen wirtschaftlichen und technischen Aufwand eine sehr schnelle Zuordnung von Werten zumindest eines Übertragungsparameters zu Zellen einer Kommunikationsanordnung erreicht wird, wobei vorteilhaft keine Nebenbedingungen bzw. Auswahlkriterien vorab zu bestimmen und aus-

zuwerten sind. Vorteilhaft sind keine planerischen Überlegungen und eine anschließende Weiterverarbeitung der dokumentarisch festgehaltenen Überlegungen erforderlich, so daß mit einfachen Mitteln eine zeitoptimierte und kostengünstige Planung von Kommunikationsanordnungen, insbesondere drahtloser, zellularer Kommunikationsnetze erreicht wird. Weiterhin wird durch das erfindungsgemäße Verfahren die Wahrscheinlichkeit fehlerhafter Zuweisungen von Werten eines Übertragungsparameters zu den Zellen der Kommunikationsanordnung minimiert, wodurch vorteilhaft die Funktionalität und Betriebssicherheit der zu realisierenden Kommunikationsanordnung verbessert wird. Durch das erfindungsgemäße Verfahren können auch Werte mehrerer Übertragungsparameter zu den Zellen der Kommunikationsanordnung zugeordnet werden.

Ein zusätzlicher Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens besteht darin, daß zusätzlich für jeweils nicht benachbarte Zellen jeweils ein die gegenseitige Übertragungstechnische Beeinflussung der aktuell zugeordneten Werte des zumindest einen Übertragungsparameters repräsentierender weiterer Störwert ermittelt wird und anschließend der die Summe aller Störwerte repräsentierende Gesamtstörwert aus der gewichtbaren Summe aller Störwert und der weiteren Störwerte gebildet wird - Anspruch 2. Bei dieser vorteilhaften Ausgestaltung werden bei der Zuordnung von Werten des zumindest einen Übertragungsparameters zu den m-Zellen der Kommunikationsanordnung zusätzlich auch die gegenseitige Übertragungstechnische Beeinflussung bzw. Störung von nicht benachbarten Zellen berücksichtigt, wodurch die Zuordnung von Werten des zumindest einen Übertragungsparameters zu den m-Zellen der Kommunikationsanordnung weiter verbessert bzw. optimiert und somit die Störanfälligkeit der gesamten Kommunikationsanordnung weiter minimiert wird.

Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens erfolgt bei Hinzufügen zumindest einer weiteren Zelle zu den m-Zellen der Kommunikationsanordnung die Zuord-



nung zumindest eines Wertes des zumindest einen Übertragungs-  
parameters derart, daß die den m-Zellen bereits zugeordneten  
Werte des zumindest einen Übertragungsparameter zugeordnet  
bleiben. Die Anzahl der insgesamt den m-Zellen und der zumin-  
5 dest einen hinzugefügten Zelle zugeordneten, unterschiedli-  
chen Werte des zumindest einen Übertragungsparameters und die  
Zuordnung zumindest eines Wertes zu der zumindest einen hin-  
zugefügten Zelle wird solange variiert, bis ein minimaler Ge-  
samtstörwert erreicht wird - Anspruch 3. Durch diese vorteil-  
10 hafte Weiterbildung ist das erfindungsgemäße Verfahren sowohl  
bei der Planung eines Netzaufbaus - d.h. einer Erstzuweisung  
eines Wertes zumindest eines Übertragungsparameters zu den m-  
Zellen der Kommunikationsanordnung - als auch bei einer ge-  
planten Netzerweiterung - d.h. bei einem Hinzufügen zumindest  
15 einer weiteren Zelle zu den bereits bestehenden m-Zellen der  
Kommunikationsanordnung - vorteilhaft einsetzbar.

Vorteilhaft wird die Anzahl der Werte des zumindest einen  
Übertragungsparameters und deren Zuordnung zu den jeweiligen  
20 Zellen mit Hilfe einer iterativen Optimierung variiert, wobei  
die Summe aller Störwerte eine ein gewichtbares Optimierungs-  
ziel repräsentierende Funktionskomponente einer Zielfunktion  
darstellt. Im Rahmen der iterativen Optimierung wird das ge-  
wichtbare Optimierungsziel der Zielfunktion derart optimiert,  
25 daß die Summe aller Störwerte einen minimalen Gesamtstörwert  
und die Zielfunktion einen optimalen oder minimalen Funkti-  
onswert erreicht - Anspruch 4. Bei der iterativen Optimierung  
können vorteilhaft bekannte und ausgereifte Optimierungsstra-  
tegien für die Zuordnung von Werten des zumindest einen Über-  
30 tragungsparameters zu den m-Zellen der Kommunikationsanord-  
nung eingesetzt werden. Beispiel für iterative Optimierungen  
realisierende Optimierungsstrategien sind "Simulated Annea-  
ling", genetische Algorithmen oder auch neuronale Netze  
(Hopfield-Netze) - Anspruch 12. Iterative Optimierungen wer-  
35 den beispielsweise standardmäßig bei kombinatorischen Opti-  
mierungsproblemen im Layout-Entwurf integrierter Schaltungen  
angewendet und werden durch das erfindungsgemäße Verfahren

vorteilhaft bei der Planung und Erweiterung von Kommunikationsnetzen eingesetzt. Derartige Algorithmen zur Realisierung von Optimierungsstrategien sind beispielsweise in den folgenden Druckschriften beschrieben:

- 5 - "Adaption in natural and artificial systems", J.H. Holland, second printing, MIT-Press, Cambridge, 1992,
- "Genetic algorithms in search, optimization and machine learning", D.E. Goldberg, Addison Wessley Publishing Company, Massachusetts, 1989.
- 10 - "Optimization by simulated annealing", S. Kirkpatrick, C.D. Gelatt, M.P. Vecchi, Science, Vol. 220, No. 4598, 1983.

Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung weist die Zielfunktion eine weitere, ein gewichtbares Optimierungsziel repräsentierende Funktionskomponente auf, durch welche die Anzahl von  
15 allen Zellen aktuell zugeordneten, unterschiedlichen Werten des zumindest einen Übertragungsparameters erfaßt wird. Weiterhin kann die Zielfunktion eine weitere, ein gewichtbares Optimierungsziel repräsentierende Funktionskomponente aufweisen,  
20 durch welche die Anzahl von jeweils benachbarten Zellen aktuell zugeordneten, gleichen Werten des zumindest einen Übertragungsparameters erfaßt wird. Anschließend werden im Rahmen der iterativen Optimierung die gewichtbaren Optimierungsziele derart gewichtet und die Zielfunktion derart optimiert,  
25 daß den Zellen eine minimale Anzahl unterschiedlicher Werte des zumindest einen Übertragungsparameters zugeordnet werden und/oder benachbarte Zellen nach Möglichkeit keine gleichen Werte des zumindest einen Übertragungsparameter aufweisen - Anspruch 5. Durch das Erweitern der Zielfunktion  
30 durch weitere, jeweils ein gewichtbares Optimierungsziel repräsentierende Funktionskomponente wird die Zuordnung von Werten des zumindest einen Übertragungsparameter zu den m-Zellen der Kommunikationsanordnung verbessert bzw. wird eine Verfeinerung der Optimierungsstrategie erreicht, da vorteilhaft  
35 weitere Übertragungstechnische Nebenbedingungen bei der Planung und Erweiterung von Kommunikationsnetzen berücksichtigt werden können. Durch eine geeignete Gewichtung der ein-

- zelnen Funktionskomponenten der Zielfunktion erfolgt im Rahmen der iterativen Optimierung die Zuordnung von Werten des zumindest einen Parameter vorteilhaft in der Art und Weise, daß die Anzahl der allen Zellen aktuell zugeordneten, unterschiedlichen Werte des zumindest einen Übertragungsparameter minimal ist und gleichzeitig benachbarten Zellen keine gleichen Werte des zumindest eines Übertragungsparameters zugeordnet werden. Dadurch wird eine optimale Zuordnung von Werten des zumindest einen Übertragungsparameters zu den m-
- 5 Zellen der Kommunikationsanordnung, d.h. eine minimale gegenseitige Störung von benachbarten Werten des zumindest einen Übertragungsparameters und somit eine minimale Störanfälligkeit bei der Nutzung der Kommunikationsanordnung erreicht.
- 10
- 15 Zumindest ein Wert des zumindest einen Übertragungsparameters wird beispielsweise einer in einer Zelle angeordneten, zentralen Kommunikationseinrichtung zugeordnet - Anspruch 6. Die zentrale Kommunikationseinrichtung kann beispielsweise durch eine in einer Funkzelle eines Mobilfunk-Kommunikationsnetzes
- 20 angeordnete Basisstation realisiert sein.

- Der jeweils einer Zelle zuordenbare Wert des zumindest einen Übertragungsparameters kann beispielsweise eine Übertragungsfrequenz oder einen Übertragungsfrequenzbereich - Anspruch 7
- 25 - oder einen im Rahmen eines CDMA-Vielfach-Zugriffsverfahrens nutzbaren, orthogonalen oder nicht orthogonalen CDMA-Code - Anspruch 8 - repräsentieren. Vorteilhaft ist das erfindungsgemäße Verfahren sowohl bei der Netzwerkplanung bzw. Erstinitalisierung als auch bei einer Kommunikationsnetzerweiterung von drahtlosen Kommunikationsnetzen einsetzbar, wobei
- 30 beispielsweise auf besonders einfache und kostengünstige Weise einer in der drahtlosen Kommunikationsanordnung angeordnete Zelle ein oder mehrere Übertragungsfrequenzen bzw. Übertragungsfrequenzbereiche zuordenbar sind. Beispielsweise ist
- 35 das erfindungsgemäße Verfahren bei der Planung bzw. Konzipierung von Mobil-Kommunikationssystemen, insbesondere von Mobil-Kommunikationssystemen gemäß dem UMTS-Standard oder von

drahtlosen Teilnehmerzugangsnetzen basierend auf einem CDMA-Vielfachzugriffsverfahren einsetzbar, wobei auf sehr einfache und kostengünstige Weise orthogonale oder nicht orthogonale CDMA-Codes bzw. CDMA-Basiscodes zu Basisstationen zuordenbar sind.

Weiterhin wird für die Ermittlung der jeweils die gegenseitige Übertragungstechnische Beeinflussung der aktuell zugeordneten CDMA-Codes repräsentierenden Störwerte jeweils die Kreuzkorrelation der aktuell zugeordneten CDMA-Codes ermittelt, wobei der Gesamtstörwert die Summe aller ermittelten Kreuzkorrelationen repräsentiert - Anspruch 9. Durch die Berechnung der Kreuzkorrelation benachbarter CDMA-Codes wird auf sehr einfache Weise die jeweilige Übertragungstechnische Beeinflussung der aktuell zugeordneten CDMA-Codes ermittelt, wodurch die Realisierung des erfindungsgemäßen Verfahrens weiter vereinfacht wird.

Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung, werden den zentralen Kommunikationseinheiten orthogonale und/oder pseudo-random CDMA-Codes zugeordnet, wobei aus den zugeordneten CDMA-Codes weitere Kommunikationseinheit-spezifische Codes abgeleitet werden - Anspruch 13. Durch das Ableiten von Kommunikationseinheit-spezifische Codes aus den "optimal" zugeordneten CDMA-Codes bzw. CDMA-Basiscodes wird eine minimale, interzellulare Störung zwischen den Zellen der Kommunikationsanordnung erreicht.

Vorteilhaft wird die Zuordnung des zumindest einen Wertes des zumindest einen Übertragungsparameters programmtechnisch realisiert - Anspruch 15. Durch diese vorteilhafte Ausgestaltung wird eine automatische und zeitoptimierte Zuordnung von Werten des zumindest einen Übertragungsparameters ermöglicht, wobei die resultierenden Ergebnisse in einem allgemein lesbaren Datenformat speicherbar sind und somit durch weitere die Netzplanung unterstützende Computerprogramme weiterverarbeitet werden können.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Verfahrens sind den weiteren Ansprüchen zu entnehmen.

- 5 Im folgenden wird das erfindungsgemäße Verfahren anhand mehrerer Zeichnungen genauer erläutert. Dabei zeigen:

FIG 1A eine ein Netzplanungsergebnis repräsentierende zell-  
und lulare Anordnung einer drahtlosen Kommunikationsan-  
FIG 1B ordnung bzw. eines Kommunikationsnetzes in einem  
Versorgungsgebiet,

FIG 2A eine Kreuzkorrelationsmatrix basierend auf nichtor-  
und thogonalen, den Zellen der drahtlosen Kommunikati-  
FIG 2B onsanordnung zuzuordnenden CDMA-Codes, sowie eine  
Zielfunktion, welche im Rahmen des erfindungsgemä-  
ßen Verfahrens derart optimiert wird, daß eine op-  
timale Zuordnung, d.h. eine Zuordnung mit gering-  
ster Übertragungstechnischer Beeinflussung der zur  
Verfügung stehenden CDMA-Codes zu den einzelnen  
Zellen der Kommunikationsanordnung erreicht wird,

FIG 3A ein erstes Ergebnis einer im Rahmen des erfindungs-  
bis gemäßen Verfahrens erfolgten initialen Erstzuwei-  
FIG 3C sung der zur Verfügung stehenden CDMA-Codes zu den  
Zellen der Kommunikationsanordnung sowie ein das  
Ergebnis der Zielfunktion repräsentierenden Start-  
wert, basierend auf der initialen Erstzuweisung von  
CDMA-Codes, wobei zusätzlich die jeweils ein ge-  
wichtbares Optimierungsziel repräsentierenden Funk-  
tionskomponenten der Zielfunktion dargestellt sind,

FIG 4 einen prinzipiellen Ablauf eines kombinatorischen  
Optimierungsalgorithmus - "Simulated Annealing" -,  
dessen innere Schleife iterativ wiederholt wird,

FIG 5A ein das Ergebnis des erfindungsgemäßen Verfahrens

bis repräsentierendes, endgültiges Zuordnungsergebnis  
FIG 5C von CDMA-Codes zu den Zellen bzw. Basisstationen  
des Kommunikationsnetzes, sowie das Endergebnis der  
Zielfunktionen, basierend auf der endgültigen Zu-  
ordnung der CDMA-Codes zu den Zellen des Kommunika-  
tionsnetzes.

In FIG 1A ist eine in einem Versorgungsgebiet angeordnete  
Kommunikationsanordnung KA dargestellt, welche in diesem Aus-  
führungsbeispiel ein drahtloses Kommunikationsnetz basierend  
5 auf einem CDMA-Vielfach-Zugriffsverfahren repräsentiert -  
z.B. ein Wireless Local Loop System "WLL" basierend auf einer  
CDMA-Technologie. Als Ergebnis einer bereits erfolgten und  
nicht näher erläuterten Netzplanung, ist das drahtlose Kommu-  
nikationsnetz beispielsweise abhängig von den Geländeeigen-  
10 schaften des Versorgungsgebietes in 4 Funkzellen bzw. Zellen  
Z1...4 unterteilt, wobei in diesem Ausführungsbeispiel in jeder  
Zelle Z1...4 eine zentrale Kommunikationseinrichtung bzw. Ba-  
sisstation BS1...4 mit beispielsweise integrierten Rundstrah-  
lern angeordnet ist. Die Abmessungen und die jeweilige Anord-  
15 nung der einzelnen Zellen Z1...4 sowie die Platzierung einer Ba-  
sisstation BS1...4 innerhalb einer Zelle Z1...4 ist durch das Er-  
gebnis der bereits erfolgten Netzplanung genau definiert und  
in FIG 1A dargestellt. Die Topologie des in FIG 1A darge-  
stellten, drahtlosen Kommunikationsnetzes KN bzw. die Anord-  
20 nung der einzelnen Zellen Z1...4 des Kommunikationsnetzes KN  
wird in einen in FIG 1B dargestellten Nachbarschaftsgraphen G  
abgebildet, wobei jede Basisstation BS1...4 genau einem Knoten  
K1...4 des Nachbarschaftsgraphen G entspricht. Jede jeweils  
zwei Knoten K1...4 verbindende Kante des Nachbarschaftsgraphen  
25 G repräsentiert jeweils zwei benachbarte Zellen Z1...4 bzw. Ba-  
sisstationen BS1...4, welche zumindest teilweise einen gemein-  
samen Grenzverlauf aufweisen. Gemäß FIG 1B ist beispielsweise  
der erste und der vierte Knoten K1,4 durch eine Kante verbun-  
den wodurch die erste und die vierte Basisstation BS1,4 als  
30 benachbart gekennzeichnet sind. In FIG 1A ist entsprechend  
der gemeinsame Grenzverlauf zwischen der ersten und der vier-

ten Zelle Z1,4 ersichtlich. Des Weiteren ist nach FIG 1B die erste und zweite Basisstation BS1,2 sowie die zweite und vierte Basisstation BS2,4 sowie die zweite und dritte Basisstation BS2,3 als benachbart gekennzeichnet. Zwischen dem ersten und dem dritten Knoten K1,3 ist keine Kante im Nachbarschaftsgraphen G angeordnet, da die erste und dritte Zelle Z1,3 des drahtlosen Kommunikationsnetzes KA keinen gemeinsamen Grenzverlauf aufweisen - vgl. FIG 1A.

- 10 Um einen optimalen, d.h. einen störungsfreien Betrieb des nach einem CDMA-Vielfach-Zugriffsverfahren konzipierten Kommunikationsnetzes KA zu ermöglichen, muß jeder innerhalb einer Zelle Z1...4 des CDMA-Kommunikationsnetz KA angeordneten Basisstation BS1...4 ein oder mehrere Basisstation-spezifische
- 15 CDMA-Codes bzw. CDMA-Basiscodes c1...7 - siehe FIG 2A - zugeordnet werden, wobei eine gegenseitige Beeinflussung bzw. Störung von benachbarten Zellen Z1...4 zugeordneten CDMA-Codes c1...7 möglichst zu vermeiden bzw. zu minimieren ist. Im folgenden wird beispielhaft die Zuordnung genau eines CDMA-Codes
- 20 c1...7 zu einer Basisstation BS1...4 beschrieben. Die Zuordnung von CDMA-Codes c1...7 zu den Zellen Z1...4 des CDMA-Kommunikationsnetzes KA muß in der Art und Weise erfolgen, daß der die gegenseitige Störung von CDMA-Codes c1...7 repräsentierende Wert interzellularen Rauschens minimal ist. Für
- 25 die Konfiguration des in FIG 1A dargestellten CDMA-Kommunikationsnetzes KN stehen in diesem Ausführungsbeispiel 7 globale, nichtorthogonale CDMA-Codes C1...7 zur Verfügung, welche zumindest teilweise im Rahmen einer initialen Codezuweisung, d.h. bei einer den Netzaufbau repräsentierenden
- 30 Erstzuweisung von CDMA-Codes c1...7 optimal auf die im CDMA-Kommunikationsnetz KA angeordneten Basisstationen BS1...4 verteilt werden sollen.

In FIG 2A ist die zur Hauptdiagonalen symmetrische Kreuzkorrelationsmatrix KC der in diesem Ausführungsbeispiel zuzuordnenden CDMA-Codes c1...7 dargestellt, wobei jeder in der Kreuzkorrelationsmatrix KC dargestellte Kreuzkorrelationswert

kcl\_1...kc7\_7 jeweils die gegenseitige Beeinflussung bzw. Abhängigkeit oder Störung zwischen zwei CDMA-Codes cl...7 repräsentiert. Die an der Hauptdiagonalen der Kreuzkorrelationsmatrix KC angeordneten Werte kcl\_1, kc2\_2,...,kc7\_7 weisen jeweils den Wert 1 auf, da jeweils identische CDMA-Codes cl...7 eine maximale Abhängigkeit bzw. Korrelation aufweisen. Da in diesem Ausführungsbeispiel sowohl orthogonale als auch nicht-orthogonale CDMA-Codes cl...7 den einzelnen Zellen Z1...4 des CDMA-Kommunikationsnetzes KA zuzuordnen sind, weisen zum Teil auch die nicht an der Hauptdiagonalen der Kreuzkorrelationsmatrix KC angeordneten Korrelationswerte einen von 0 abweichenden Wert auf. Beispielsweise weisen nach FIG 2A der erste und der fünfte CDMA-Code cl,5 keine Abhängigkeiten auf - d.h. der erste und fünfte CDMA-Code cl,5 sind zueinander orthogonal -, folglich weist der entsprechende Wert kcl\_5 in der Kreuzkorrelationsmatrix KC den Wert 0 auf.

Erfindungsgemäß erfolgt die Zuordnung der zur Verfügung stehenden CDMA-Codes cl...7 zu den jeweiligen Zellen Z1...4 des CDMA-Kommunikationsnetzes KA mit Hilfe einer zu optimierenden Zielfunktion E, welche in FIG 2B dargestellt ist. In diesem Ausführungsbeispiel weist die Zielfunktion E drei jeweils ein gewichtbares Optimierungsziel repräsentierende Funktionskomponenten f1...3 auf, welche im Rahmen des erfindungsgemäßen Verfahrens mit Hilfe eines kombinatorischen Optimierungsalgorithmus jeweils iterativ verbessert werden und somit die Zielfunktion E insgesamt optimiert wird. Mit der ersten mit einem ersten Gewichtungsfaktor k1 gewichteten Funktionskomponente f1 wird die Anzahl der bei einem Zuordnungsschritt den Zellen Z1...4 zugeordneten, unterschiedlichen CDMA-Codes cl...7 erfaßt. Des Weiteren wird durch eine mit einem zweiten Gewichtungsfaktor k2 gewichteten Funktionskomponente f2 der Zielfunktion E die Anzahl gleicher, zugeordneter CDMA-Codes cl...7 in benachbarten Zellen Z1...4 bestimmt sowie durch eine mit einem dritten Gewichtungsfaktor k3 gewichteten Funktionskomponente f3 der Zielfunktion E die Summe aus denjenigen Kreuzkorrelationswerten kcl\_1...c7\_7 von zugeordneten CDMA-Codes



cl...7 gebildet, welche in benachbarten Zellen Z1...4 des CDMA-Kommunikationsnetzes KA angeordnet sind. Nach FIG 2B weist der erste Gewichtungsfaktor k1 den Wert  $k1 = 1000$ , der zweite Gewichtungsfaktor k2 den Wert  $k2 = 2000$  sowie der dritte Gewichtungsfaktor k3 den Wert  $k3 = 1000$  auf.

Gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren erfolgt beim als initialen Zuordnung bezeichneten ersten Zuordnungsschritt eine zufällige Zuordnung der zur Verfügung stehenden CDMA-Codes cl...7 zu den Zellen Z1...4 bzw. Basisstationen BS1...4 des CDMA-Kommunikationsnetzes KA. Die zufällige Zuordnung der CDMA-Codes cl...7 kann beispielsweise nach einem Würfelverfahren erfolgen. In FIG 3A und FIG 3B ist das Ergebnis der initialen Zuordnung von CDMA-Codes cl...7 zu den Basisstationen BS1...4 des Kommunikationsnetzes KA, bzw. zu den Knoten K1...4 des Nachbarschaftsgraphen G dargestellt. Nach dem ersten, initialen Zuordnungsschritt ist der ersten Basisstation BS1 der fünfte CDMA-Code c5, der zweiten Basisstation BS2 der sechste CDMA-Code c6, der dritten Basisstation BS3 der zweite CDMA-Code c2 und der vierten Basisstation BS4 ebenfalls der zweite CDMA-Code c2 zugeordnet. In FIG 3C ist selbsterläuternd das Ergebnis der Zielfunktion E, basierend auf der in FIG 3A dargestellten, initialen Zuordnung der CDMA-Codes c2,5,6 dargestellt, wobei das Zustandekommen der Ergebnisse der einzelnen Funktionskomponenten f1...3 genauer dargestellt ist. Der Wert der in FIG 3C dargestellten Zielfunktion E basierend auf der initialen Zuordnung stellt erfindungsgemäß den Startwert der Zielfunktion  $E=6260$  dar, wobei die Zielfunktion und somit der Startwert im Rahmen des erfindungsgemäßen Verfahrens mit Hilfe des als "Simulated Annealing" bezeichneten, kombinatorischen Optimierungsalgorithmus iterativ verbessert bzw. optimiert wird. Ein prinzipieller Ablauf von "Simulated Annealing" ist selbsterläuternd in FIG 4 in Form eines Ablaufdiagrammes dargestellt.

Der kombinatorische Optimierungsalgorithmus wird so oft durchlaufen, d.h. die Anzahl und die Zuordnung der CDMA-Codes

cl...7 derart variiert, bis die Zielfunktion E bzw. die jeweils ein gewichtbares Ziel repräsentierenden Funktionskomponenten fl...3 der Zielfunktion E optimiert sind und ein vorgebbares Abbruchkriterium erreicht ist. Bei Erreichen des Abbruchkriteriums - beispielsweise Erreichen eines minimalen Endwertes der Zielfunktion E - wird die aktuelle Zuordnung zumindest eines Teils der zur Verfügung stehenden CDMA-Codes cl...7 als Endergebnis gespeichert. In FIG 5A ist beispielhaft die mit Hilfe des kombinatorischen Optimierungsalgorithmus ermittelte, endgültige, d.h. "optimale" Zuordnung von CDMA-Codes cl...7 zu den Basisstationen BS1...4 in Form einer Tabelle dargestellt. Gemäß der optimalen Zuordnung ist der ersten Basisstation BS1 der fünfte CDMA-Code c5, der zweiten Basisstation BS2 der erste CDMA-Code c1, der dritten Basisstation BS3 der fünfte CDMA-Code c5 und der vierten Basisstation BS4 der sechste CDMA-Code c6 zugeordnet. Die endgültige Zuordnung der CDMA-Codes cl,5,6 ist ebenfalls in in FIG 5B abgebildeten Nachbarschaftsgraphen G dargestellt. In FIG 5C ist die entsprechende Zielfunktion E basierend auf der ermittelten, "optimalen" Zuordnung der CDMA-Codes cl,5,6 zu den Basisstationen BS1...4 dargestellt, wobei die Teilergebnisse der drei Funktionskomponenten fl...3 der Zielfunktion E genauer erläutert sind. Der in FIG 5C dargestellte und zugleich das Abbruchkriterium repräsentierende Endwert der Zielfunktion E = 3040 stellt hierbei den minimalsten, mit Hilfe des kombinatorischen Optimierungsalgorithmus ermittelten Wert dar - vergleiche FIG 3C.

Durch das beschriebene Verfahren wurde der in FIG 1A dargestellten Kommunikationsanordnung KA bzw. den im CDMA-Kommunikationsnetz angeordneten Basisstationen BS1...4 eine minimale Anzahl unterschiedlicher CDMA-Codes cl...7 zugeordnet - Zuordnung von nur drei unterschiedlichen CDMA-Codes cl,5,6 -, wobei benachbarte Basisstationen BS1...4 bzw. Funkzellen Z1...4 keine gleichen bzw. identische CDMA-Codes cl...7 aufweisen und gleichzeitig die Summe der Kreuzkorrelationen  $kc1\_1 \dots kc7\_7$  der benachbarten Basisstationen BS1...4 zugeordneten CDMA-Codes

- cl,5,6 einen minimalen Wert aufweist. Die das Endergebnis des erfindungsgemäßen Verfahrens repräsentierende Zuordnung von CDMA-Codes gemäß FIG 5A weist somit die geringsten gegenseitigen Störeinflüsse auf; diese Zuordnung gilt somit als optimal und wird in einem allgemein lesbaren Datenformat gespeichert. Vorteilhaft kann das gespeicherte Endergebnis durch weitere rechnergestützte Netzplanungswerkzeuge weiterverarbeitet werden.
- 10 Zusätzlich können mit Hilfe des beschriebenen Verfahren auch Werte weiterer Übertragungsparameter wie z.B. Funkfrequenzen bzw. Frequenzbereiche den jeweiligen Zellen Z1...4 der Kommunikationsanordnung KA zugeordnet werden.
- 15 Weiterhin kann das erfindungsgemäße Verfahren auch bei einer Netzerweiterung, d.h. bei einem Hinzufügen weiterer Funkzellen bzw. Basisstationen - nicht dargestellt - zu einer bereits bestehenden Kommunikationsanordnung KA eingesetzt werden, wobei die bereits Basisstationen BS1...4 zugeordneten Werte eines Übertragungsparameters - z.B. bereits zugeordnete CDMA-Codes cl...7 - zugeordnet bleiben und nur den neu hinzugefügten Basisstationen mit Hilfe des kombinatorischen Optimierungsalgorithmus jeweils zumindest ein Wert des zumindest einen Übertragungsparameters - z.B. ein CDMA-Code cl...7 bzw.
- 20 CDMA-Basiscode zugeordnet wird. Bei einer Netzerweiterung wird beispielsweise ein gespeichertes, optimales Ergebnis einer Zuordnung eingelesen, sowie Basisstationen BS1...4, denen bereits zumindest ein Wert des zumindest einen Übertragungsparameters zugeordnet ist, im Rahmen des Verfahrens mit einer
- 25 Markierung versehen. Eine Markierung kann beispielsweise gemäß einer in FIG 5B angedeuteten Ausgestaltungsvariante durch ein gesetztes Flag - z.B. gesetztes Bit - in einem Markierungs-Datenfeld mdf bzw. in einer Markierungs-Speicherzelle realisiert sein, welche jeweils einem Knoten K1...4 des Nachbarschaftsgraphen G zugeordnet ist. Jedem Knoten K1...4 des
- 30 Nachbarschaftsgraphen G kann zusätzlich eine weitere Wertespeicherzelle wdf zur Speicherung des zumindest einen zuge-
- 35

ordneten Wertes des zumindest einen Übertragungsparameters -  
z.B. des zugeordneten CDMA-Codes c1...7 - zugeordnet werden -  
vgl. FIG 5B. Jedes einem Knoten K1...4 bzw. einer Basisstation  
BS1...4 zugeordnete Flag in einem Markierungs-Datenfeld md  
5 zeigt an, ob ein in der entsprechenden Werte-Speicherzelle  
wdf gespeicherter Wert im Verlauf des Verfahrens verändert  
werden darf. Beispielsweise werden bei einem Netzaufbau bzw.  
einer Erstzuordnung von Werten des zumindest einen Übertra-  
gungsparameters alle Markierungs-Datenfelder md gelöscht und  
10 somit jedem Knoten K1...4 bzw. jeder Basisstation BS...4 zumin-  
dest ein Wert des zumindest einen Übertragungsparameters zu-  
geordnet. Bei einer Netzerweiterung bzw. bei einem Hinzufügen  
weiterer Basisstationen zu einer bereits realisierten Kommu-  
nikationsanordnung KA werden die bereits zugeordneten Werte  
15 des zumindest einen Übertragungsparameters eingelesen bzw.  
geladen und die Flags in den Markierungs-Datenfeldern md  
entsprechend gesetzt. Durch das erfindungsgemäße Verfahren  
werden die hinzugefügten Basisstationen wie bei einem  
Netzaufbau behandelt. Die bereits zugeordnete Werte des zu-  
20 mindest einen Übertragungsparameters bleiben vorteilhaft er-  
halten, da z.B. bereits an Basisstationen zugeordnete CDMA-  
Codes c1...7 nur mit erheblichen Zeit- und Kostenaufwand vor  
Ort änderbar sind.

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Zuordnung zumindest eines Wertes (c1...7) zu-  
mindest eines Übertragungsparameters (C) zu Zellen (Z1...4)  
5 einer m Zellen aufweisenden Kommunikationsanordnung (KA),  
- bei dem n unterschiedliche Werte (c1...7) zumindest eines  
Übertragungsparameters (C) verfügbar sind,  
- bei dem benachbarte Zellen (Z1...4) erfaßt werden,  
- bei dem jeder Zelle (Z1...4) jeweils zufällig zumindest ein  
10 Wert (c1...7) des zumindest einen Übertragungsparameters (C)  
zugeordnet wird,  
- bei dem für jeweils benachbarte Zellen (Z1...4) jeweils ein  
die gegenseitige Übertragungstechnische Beeinflussung der  
aktuell zugeordneten Werte (c1...7) des zumindest einen Über-  
15 tragungsparameters (C) repräsentierender Störwert  
(kc1\_1...kc7\_7) ermittelt wird,  
- bei dem ein die Summe aller ermittelten Störwerte repräsen-  
tierender Gesamtstörwert ermittelt wird,  
- bei dem die Anzahl der unterschiedlichen Werte (c1...7) des  
20 zumindest einen Übertragungsparameters (C) und deren Zuord-  
nung zu den jeweiligen Zellen (Z1...4) solange variiert wird,  
bis ein minimaler Gesamtstörwert erreicht ist.

2. Verfahren nach Anspruch 1,

25 **dadurch gekennzeichnet,**

- daß zusätzlich für jeweils nicht benachbarte Zellen (Z1...4)  
jeweils ein die gegenseitige Übertragungstechnische Beein-  
flussung der aktuell zugeordneten Werte (c1...7) des zumin-  
dest einen Übertragungsparameters (C) repräsentierender  
30 weiterer Störwert (kc1\_1...kc7\_7) ermittelt wird, und  
- daß der die Summe aller Störwerte repräsentierende Ge-  
samtstörwert aus einer gewichtbaren Summe aller Störwerte  
(kc1\_1...kc7\_7) und der weiteren Störwerte (kc1\_1...kc7\_7) ge-  
bildet wird.

3. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet,**

daß bei Hinzufügen zumindest einer weiteren Zelle zu den m  
Zellen (Z1...4) der Kommunikationsanordnung (KA) die Zuordnung  
5 zumindest eines Wertes (c1...7) des zumindest einen Übertra-  
gungsparameters (C) derart erfolgt,

- daß die den m Zellen (Z1...4) bereits zugeordneten Werte  
(c1...7) des zumindest einen Übertragungsparameters (C) zuge-  
ordnet bleiben, und

10 - daß die Anzahl der insgesamt den m Zellen (Z1...4) und der  
zumindest einen hinzugefügten Zelle zugeordneten, unter-  
schiedlichen Werte (c1...7) des zumindest einen Übertragungs-  
parameters (C) und die Zuordnung zumindest eines Wertes  
(c1...7) zu der zumindest einen hinzugefügten Zelle solange  
15 variiert wird, bis ein minimaler Gesamtstörwert erreicht  
wird.

4. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet,**

20 - daß die Anzahl der Werte (c1...7) des zumindest einen Über-  
tragungsparameters (C) und deren Zuordnung zu den jeweili-  
gen Zellen (Z1...4) mit Hilfe einer iterativen Optimierung  
variiert wird,

- daß die Summe aller Störwerte eine ein gewichtbares Opti-  
25 mierungsziel repräsentierende Funktionskomponente (f3) ei-  
ner Zielfunktion (E) darstellt,

- daß im Rahmen der iterativen Optimierung das gewichtbare  
Optimierungsziel der Zielfunktion (E) derart optimiert  
wird, daß die Summe aller Störwerte einen minimalen Ge-  
30 samtstörwert und die Zielfunktion (E) einen optimalen oder  
minimalen Funktionswert erreicht.

5. Verfahren nach Anspruch 4,  
**dadurch gekennzeichnet,**

35 - daß die Zielfunktion (E) eine weitere ein gewichtbares Op-  
timierungsziel repräsentierende Funktionskomponente (f1)  
aufweist, durch welche die Anzahl von allen Zellen (Z1...4)

aktuell zugeordneten, unterschiedlichen Werten (c1...7) des  
zumindest einen Übertragungsparameters (C) erfaßt wird,  
und/oder

- 5 - daß die Zielfunktion (E) eine weitere ein gewichtbares Optimierungsziel repräsentierende Funktionskomponente (f2) aufweist, durch welche die Anzahl von jeweils benachbarten Zellen (Z1...4) aktuell zugeordneten, gleichen Werten (c1...7) des zumindest einen Übertragungsparameter (C) erfaßt wird, und
- 10 - daß im Rahmen der iterativen Optimierung die gewichtbaren Optimierungsziele derart gewichtet werden und die Zielfunktion (E) derart optimiert wird,
  - daß den Zellen (Z1...4) eine minimale Anzahl unterschiedlicher Werte (c1...7) des zumindest einen Übertragungsparameters (C) zugeordnet werden, und/oder
  - 15 -- daß benachbarte Zellen (Z1...4) nach Möglichkeit keine gleichen Werte (c1...7) des zumindest einen Übertragungsparameters (C) aufweisen.

- 20 6. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
daß zumindest ein Wert (c1...7) des zumindest einen Übertragungsparameters (C) einer in einer Zelle (Z1...4) angeordneten, zentralen Kommunikationseinrichtung (BS1...4) zugeordnet wird.

- 25 7. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
daß jeweils ein einer Zelle (Z1...4) zuordenbarer Wert (c1...7) des zumindest einen Übertragungsparameters (C) eine Übertragungsfrequenz oder einen Übertragungsfrequenzbereich repräsentiert.
- 30

- 8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
35 daß jeweils ein einer Zelle (Z1...4) zuordenbarer Wert (c1...7) des zumindest einen Übertragungsparameters (C) einen im Rah-

men eines CDMA-Vielfachzugriffsverfahren nutzbaren, orthogonalen oder nichtorthogonalen CDMA-Code repräsentiert.

9. Verfahren nach Anspruch 8,

5 **dadurch gekennzeichnet,**

- daß für die Ermittlung der jeweils die gegenseitige Übertragungstechnische Beeinflussung der aktuell zugeordneten CDMA-Codes repräsentierenden Störwerte (kc1\_1...kc7\_7) jeweils die Kreuzkorrelation der aktuell zugeordneten CDMA-
- 10 Codes ermittelt wird, und
- daß der Gesamtstörwert die Summe aller ermittelten Kreuzkorrelationen (kc1\_1...kc7\_7) repräsentiert.

10. Verfahren nach Anspruch 9,

15 **dadurch gekennzeichnet,**

- daß die Summe aller ermittelten Kreuzkorrelationen (kc1\_1...kc7\_7) die das gewichtbare Optimierungsziel repräsentierende Funktionskomponente (f3) der Zielfunktion (E) darstellt,
- 20 - daß im Rahmen der iterativen Optimierung das gewichtbare Optimierungsziel der Zielfunktion (E) derart optimiert wird, daß die Summe aller Kreuzkorrelationen (kc1\_1...kc7\_7) einen minimalen Gesamtwert erreicht.

25 11. Verfahren nach Anspruch 10,

**dadurch gekennzeichnet,**

- daß die Anzahl der zugeordneten, verschiedenartiger CDMA-Codes (c1...7) die weitere ein gewichtbares Optimierungsziel repräsentierende Funktionskomponente (f1) darstellt,
- 30 und/oder
- daß die Anzahl von jeweils benachbarten, zentralen Kommunikationseinheiten (BS1...4) aktuell zugeordneten, gleichartigen CDMA-Codes (c1...7) die weitere ein gewichtbares Optimierungsziel repräsentierende Funktionskomponente (f2) dar-
- 35 stellt,
- daß im Rahmen der iterativen Optimierung die gewichtbaren Optimierungsziele der Zielfunktion (E) derart optimiert



werden, daß den zentralen Kommunikationseinheiten (BS1...4) eine minimale Anzahl unterschiedlicher CDMA-Codes (c1...7) zugeordnet werden, wobei benachbarte, zentrale Kommunikationseinheiten (BS1...4) nach Möglichkeit keine gleichartigen  
5 CDMA-Codes (c1...7) aufweisen.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 11,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
daß die iterative Optimierung hinsichtlich einer Optimierung  
10 des zumindest einen Optimierungszieles der Zielfunktion (E) im Rahmen eines bekannten kombinatorischen Optimierungsverfahrens wie Simulated Annealing oder mit Hilfe neuronaler Netze oder durch genetische Algorithmen erfolgt.

15 13. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 12,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
- daß den zentralen Kommunikationseinheiten (BS1...4) orthogonale und/oder Pseudo-Random CDMA-Codes (c1...7) zugeordnet werden, und  
20 - daß aus den zugeordneten CDMA-Codes (c1...7) weitere Kommunikationseinheit-spezifische CDMA-Codes abgeleitet werden.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 13,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
25 - daß bei einem Hinzufügen zumindest einer weiteren Zelle zu der Kommunikationsanordnung (KA) die bereits zugeordneten CDMA-Codes (c1...7) zugeordnet bleiben und  
- daß die Gewichtungen (k1...3) der Optimierungsziele der Zielfunktion (E) derart gewählt sind,  
30 -- daß im Rahmen der iterativen Optimierung den weiteren Zellen nur eine minimale Anzahl der verfügbaren und noch nicht zugeordneten CDMA-Codes (c1...7) zugeordnet wird, wobei die Summe der ermittelten Kreuzkorrelationen (kc1\_1...kc7\_7) einen minimalen Gesamtwert aufweist.

35 15. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet,**

daß die Zuordnung des zumindest einen Wertes (cl...7) des zumindest einen Übertragungsparameters (C) programmtechnisch realisiert wird.

- 5 16. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
daß die Kommunikationsanordnung (KA) durch ein zellulares,  
draht- oder leitungsgebundenes oder leitungsloses Kommunika-  
tionsnetz oder durch eine Kombination der genannten Kommuni-  
10 kationsnetze realisiert ist.

1/5

FIG 1A

Netzplanungsergebnis:

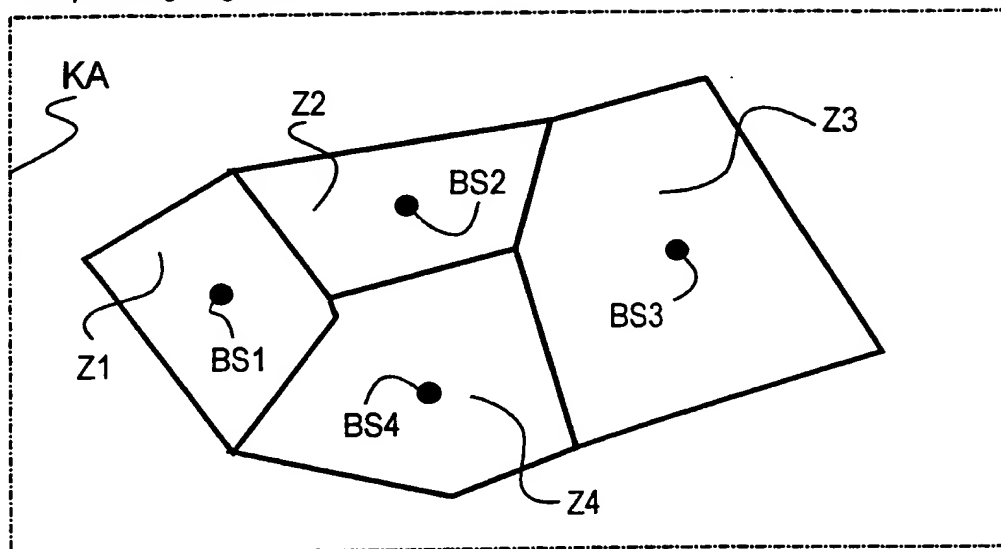
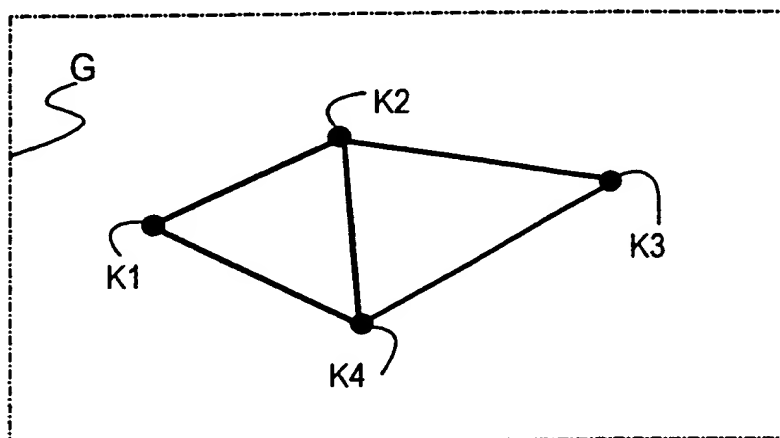


FIG 1B

Nachbarschaftsgraph:



This Page Blank (uspto)

2/5

FIG 2A

 $C = \{c1, c2, c3, c4, c5, c6, c7\}$ 

KC

kc1\_1

CDMA-Codes	c1	c2	c3	c4	c5	c6	c7
c1	1.00	0.01	0.03	0.02	0.00	0.02	0.04
c2	0.01	1.00	0.01	0.00	0.05	0.10	0.08
c3	0.03	0.01	1.00	0.04	0.02	0.03	0.01
c4	0.02	0.00	0.04	1.00	0.04	0.04	0.03
c5	0.00	0.05	0.02	0.04	1.00	0.01	0.01
c6	0.02	0.10	0.03	0.04	0.01	1.00	0.00
c7	0.04	0.08	0.01	0.03	0.01	0.00	1.00

kc1\_7

kc7\_7

FIG 2B

$$E = k1 * f1 \\ + k2 * f2 \\ + k3 * f3$$

mit:

$$k1 = 1000 \\ k2 = 2000 \\ k3 = 1000$$

f1: Anzahl verwendeter CDMA-Codes

f2: Anzahl gleicher CDMA-Codes in benachbarten Zellen

f3: Summe über die Kreuzkorrelationen der CDMA-Codes  
benachbarter Zellen

This Page Blank (uspto)

3/5

FIG 3A

Basisstation	CDMA-Code
BS1	c5
BS2	c6
BS3	c2
BS4	c2

FIG 3B

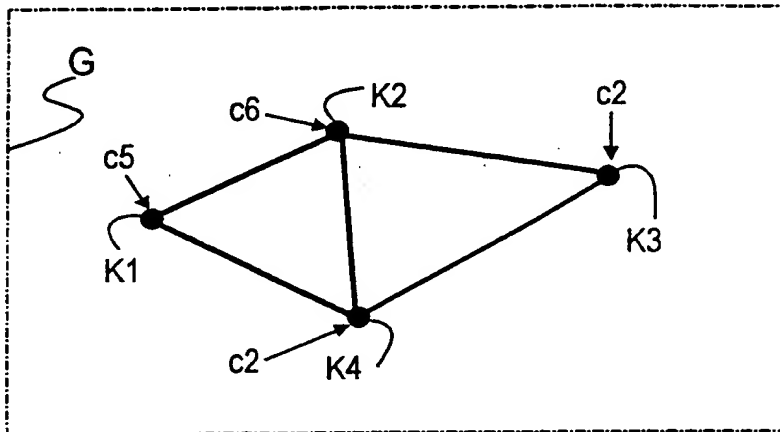


FIG 3C

$$\begin{aligned}
 E &= 1000 * 3 && ( 3 \text{ verwendete CDMA-Codes: } c2, c5, c6) \\
 &+ 2000 * 1 && ( 1 \text{ CDMA-Code in benachbarten Zellen } ) \\
 &+ 1000 * 1,26 && ( 1,0 + 2*0,1 + 0,05 + 0,01 )
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{mit: } c2 \leftrightarrow c2 &\Rightarrow kc2\_2: 1,0 \\
 c6 \leftrightarrow c2 &\Rightarrow kc6\_2: 0,1 \\
 c5 \leftrightarrow c2 &\Rightarrow kc5\_2: 0,05 \\
 c5 \leftrightarrow c6 &\Rightarrow kc5\_6: 0,01
 \end{aligned}$$

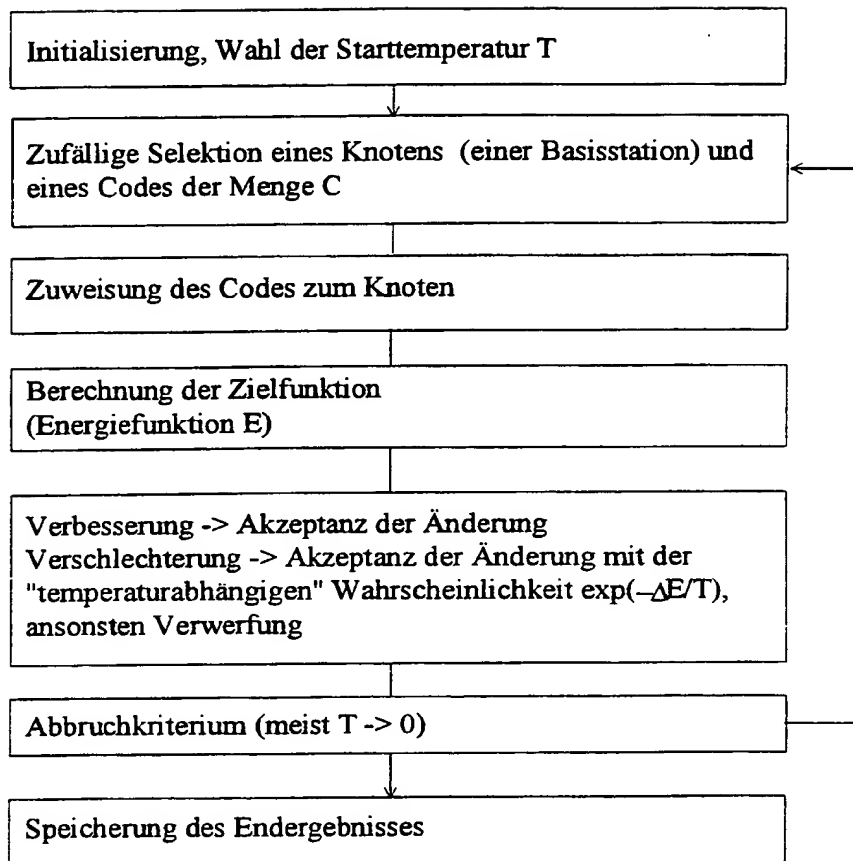
$$= 6260$$

**This Page Blank (uspto)**



4/5

FIG 4



**This Page Blank (uspto)**

5/5

FIG 5A

Basisstation	CDMA-Code
BS1	c5
BS2	c1
BS3	c5
BS4	c6

FIG 5B

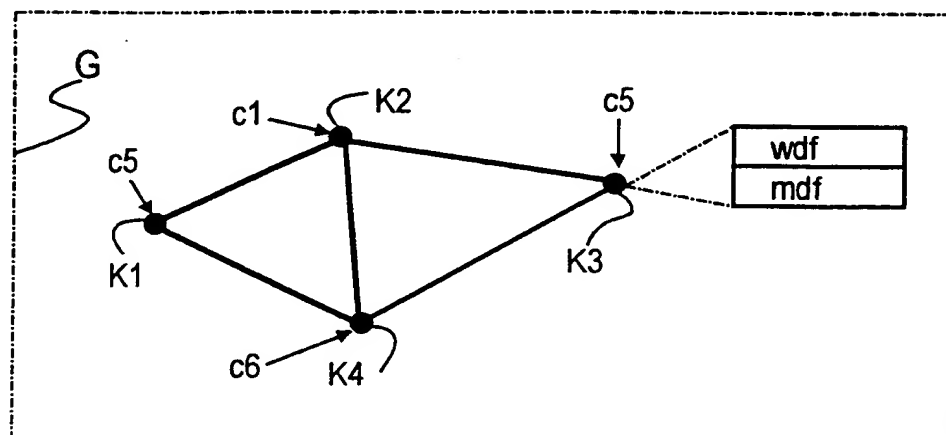


FIG 5C

$$\begin{aligned}
 E &= 1000 * 3 && ( 3 \text{ verwendete CDMA-Codes: } c1, c5, c6 ) \\
 &+ 2000 * 0 && ( \text{kein CDMA-Code in benachbarten Zellen} ) \\
 &+ 1000 * 0,04 && ( 2*0,0 + 2*0,01 + 0,02 )
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{mit: } c2 \leftrightarrow c5 &\Rightarrow kc2\_5: 0,0 \\
 c5 \leftrightarrow c6 &\Rightarrow kc5\_6: 0,01 \\
 c1 \leftrightarrow c6 &\Rightarrow kc1\_6: 0,02
 \end{aligned}$$

$$= 3040$$

This Page Blank (uspto)

This Page Blank (uspto)

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Internati Application No

PCT/DE 99/01491

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
IPC 6 H04Q7/36

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 6 H04Q

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	EP 0 565 499 A (TELEVERKET) 13 October 1993 (1993-10-13) column 2, line 11 -column 4, line 58 column 5, line 33 -column 6, line 11 column 7, line 2 - line 37 column 10, line 4 - line 51 figures 2,4,5	1,2,4, 15,16 3,5-7
X	US 5 455 821 A (SCHAEFFER DENNIS R ET AL) 3 October 1995 (1995-10-03) column 6, line 27 -column 8, line 13 figures 5,6A,6B,6C	1
A	WO 95 26598 A (PHILIPS PATENTVERWALTUNG ;PHILIPS ELECTRONICS NV (NL); PHILIPS NOR) 5 October 1995 (1995-10-05) page 1, line 10 -page 3, line 30 figure 7	1,8-11, 13,14

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

### \* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

15 November 1999

Date of mailing of the international search report

22/11/1999

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Barel, C

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

Internati Application No  
PCT/DE 99/01491

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0565499 A	13-10-1993	SE 504328 C	13-01-1997
		AU 3551693 A	14-10-1993
		CA 2091652 A,C	09-10-1993
		DE 69301546 D	28-03-1996
		DE 69301546 T	01-08-1996
		ES 2083267 T	01-04-1996
		GB 2266029 A,B	13-10-1993
		JP 6177822 A	24-06-1994
		SE 9201111 A	09-10-1993
US 5455821 A	03-10-1995	CA 2178960 A,C	23-05-1996
		CN 1138395 A	18-12-1996
		EP 0744103 A	27-11-1996
		FI 962739 A	03-07-1996
		JP 9507993 T	12-08-1997
		WO 9615600 A	23-05-1996
WO 9526598 A	05-10-1995	CN 1128093 A	31-07-1996
		EP 0704139 A	03-04-1996
		JP 8510630 T	05-11-1996

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 99/01491

## A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 6 H04Q7/36

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 6 H04Q

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X A	EP 0 565 499 A (TELEVERKET) 13. Oktober 1993 (1993-10-13) Spalte 2, Zeile 11 - Spalte 4, Zeile 58 Spalte 5, Zeile 33 - Spalte 6, Zeile 11 Spalte 7, Zeile 2 - Zeile 37 Spalte 10, Zeile 4 - Zeile 51 Abbildungen 2, 4, 5	1, 2, 4, 15, 16 3, 5-7
X	US 5 455 821 A (SCHAEFFER DENNIS R ET AL) 3. Oktober 1995 (1995-10-03) Spalte 6, Zeile 27 - Spalte 8, Zeile 13 Abbildungen 5, 6A, 6B, 6C	1
A	WO 95 26598 A (PHILIPS PATENTVERWALTUNG ; PHILIPS ELECTRONICS NV (NL); PHILIPS NOR) 5. Oktober 1995 (1995-10-05) Seite 1, Zeile 10 - Seite 3, Zeile 30 Abbildung 7	1, 8-11, 13, 14

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

15. November 1999

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

22/11/1999

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Barel, C

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, wie zur selben Patentfamilie gehören

Internatic 3 Aktenzeichen

PCT/DE 99/01491

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0565499 A	13-10-1993	SE 504328 C	13-01-1997
		AU 3551693 A	14-10-1993
		CA 2091652 A,C	09-10-1993
		DE 69301546 D	28-03-1996
		DE 69301546 T	01-08-1996
		ES 2083267 T	01-04-1996
		GB 2266029 A,B	13-10-1993
		JP 6177822 A	24-06-1994
		SE 9201111 A	09-10-1993
US 5455821 A	03-10-1995	CA 2178960 A,C	23-05-1996
		CN 1138395 A	18-12-1996
		EP 0744103 A	27-11-1996
		FI 962739 A	03-07-1996
		JP 9507993 T	12-08-1997
		WO 9615600 A	23-05-1996
WO 9526598 A	05-10-1995	CN 1128093 A	31-07-1996
		EP 0704139 A	03-04-1996
		JP 8510630 T	05-11-1996